

# Beschlussvorlage



Für die Menschen.  
Für Westfalen-Lippe.

Federführende Abteilung: LWL-Bau- und Liegenschaftsbetrieb	Datum: 14.05.2009	DrucksacheNr.: <b>12/1688</b>
---	----------------------	----------------------------------

Status:	Datum:	Gremium:	Berichterstattung:
Ö	17.06.2009	Gesundheits- und Krankenhausausschuss	Herr Löb
Ö	18.06.2009	Umwelt- und Bauausschuss	Herr Löb
Ö	25.06.2009	Finanzausschuss	Herr Löb

**Betreff:**  
Umsetzung des Konjunkturpaketes II beim LWL  
hier: Sanierung der Technischen Zentrale und der Trinkwassererwärmungsanlage in der LWL-Klinik Warstein (Baubeschluss)

<b>1</b>	Ergebnis- und/oder zahlungsrelevante Auswirkungen?		nein	<input checked="" type="checkbox"/>	ja
	Im Haushaltsplan vorgesehen?	<input checked="" type="checkbox"/>	nein		ja, im Hpl.
	Im Wirtschaftsplan vorgesehen?	<input checked="" type="checkbox"/>	nein		ja, im Wi-Plan
<b>2</b>	Die Leistungen sind	<b>3</b>	Rechtsgrundlage/Ausschussbeschluss:		
	<input type="checkbox"/> freiwillig		(Ggf. weitergehende Erläuterungen siehe Begründung, Seite/Ziffer ) Vorlage 12/1606		
	<input type="checkbox"/> durch Gesetz/Verordnung pp.				
	<input checked="" type="checkbox"/> durch Ausschussbeschluss des LWL				
<b>4</b>	Investitionskosten/einmalige Auszahlungen:	<b>5</b>	Jährliche ergebnisrelevante Folgekosten:	<b>6</b>	Hinweise
Insgesamt:	2.800.000 EUR	Insgesamt:	EUR	Ergänzende Darstellung zu den ergebnis- und/oder zahlungsrelevanten Auswirkungen (Investitionskosten, Folgekosten, Finanzierung pp.) siehe in der Begründung unter Ziffer 5	
Beteiligung Dritter:	2.800.000 EUR	Beteiligung Dritter:	EUR		
Belastung LWL-Klinik:	0 EUR	Belastung LWL:	EUR		

**Beschlussvorschlag:**

Der Finanzausschuss beschließt die Sanierung der Technischen Zentrale und die Sanierung der Trinkwassererwärmungsanlage der LWL-Klinik Warstein.  
Die Gesamtkosten der Maßnahme betragen 2.800.000 Euro. Die Maßnahme soll auf der Basis des Rahmenbeschlusses zur Umsetzung des Konjunkturpaketes II beim LWL (Vorlage 12/1606) durchgeführt werden.  
Die Realisierung steht unter dem Vorbehalt der Förderung der Baukosten durch die zusätzlichen Investitionsmittel für die Krankenhäuser im Rahmen des Konjunkturpaketes II sowie der Erteilung eines entsprechenden Testates durch den Wirtschaftsprüfer der LWL-Klinik.

## Zusammenfassung

Die Wärmeversorgung der LWL-Klinik Warstein wird bisher über eine eigene Heizzentrale mit Erdgasfeuerung sichergestellt.

Der Erdgasverbrauch liegt bei rd. 27.500.000 Kwh pro Jahr.

In der Technischen Zentrale stehen drei Heißwasser- und ein Niederdruckdampfkessel. Die ältesten Komponenten wurden in 1973 installiert.

Nach über 36-jährigem Betrieb sind nun wesentliche Anlagenteile abgängig. Eine umfassende Sanierung der Gesamtanlage ist somit dringend erforderlich.

Auf der Grundlage der durchgeführten Energie- und Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen wird vorgeschlagen, die vorhandenen beiden Erdgaskessel gegen Erdgaskessel mit Brennwerttechnik auszutauschen. Zusätzlich soll eine Holzhackschnitzelkesselanlage (regenerative Energie) zur Grundlastversorgung installiert werden. Die Niederdruckdampfkesselanlage aus dem Jahre 1998 zur Kochküchenversorgung bleibt bestehen.

Im Zuge der Sanierung wird die zentrale Trinkwassererwärmung gegen eine dezentrale Trinkwassererwärmung aus hygienischen und energetischen Gründen getauscht.

Die Gesamtkosten der Sanierung belaufen sich unter Berücksichtigung der Planungskosten auf 2.800.000,00 Euro und sind Gegenstand des Konjunkturpaketes II (Vorlage 12/1606).

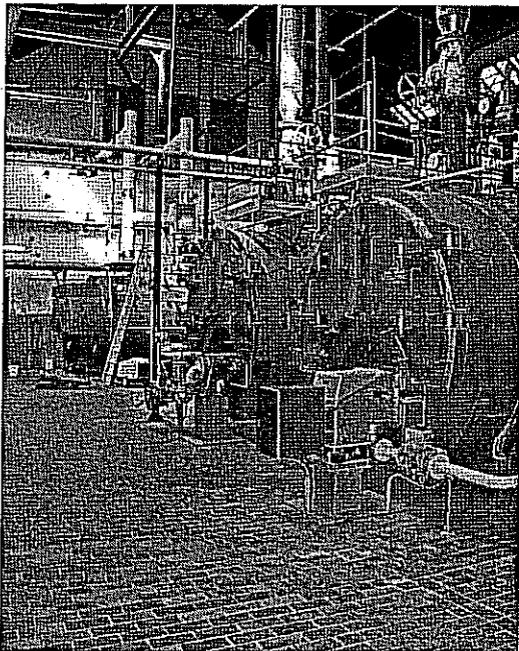
Die Sanierung der BHKW-Anlage beläuft sich nach jetzigen Überlegungen einschließlich aller Nebenkosten und Mehrwertsteuer auf rd. 430.000,00 Euro und soll im 2. Bauabschnitt ausgeführt werden. Sie ist derzeit nicht Gegenstand der Maßnahme aus dem Konjunkturpaket II. Nach Durchführung der Sanierungsmaßnahme (1. BA) wird eine Wirtschaftlichkeitsbeurteilung als Grundlage der zukünftigen Anlagendimensionierung durchgeführt.

## Begründung

### 1. Einführung und Aufgabenstellung

#### 1.1 Wärmeversorgung LWL-Klinik Warstein

Auf dem Klinikgelände werden von der Technischen Zentrale der LWL-Klinik über Fernheizleitungen aus die einzelnen Gebäude mit Heizwärme versorgt. Innerhalb der Technischen Zentrale wird die Wärme mittels Erdgas befeuerten Heizkesseln erzeugt.



Kesselanlagen 1 - 4

Die heutige Situation der Wärmeversorgung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Heizkessel Nr. 1 + 2 + 4 (HK) zur Erzeugung von Heizwärme und zentraler Trinkwarmwasserbereitung das Ende ihrer technischen Nutzungsdauer erreicht haben. Um die Betriebssicherheit weiterhin dauerhaft gewährleisten zu können, ist eine Erneuerung der Kesselanlagen erforderlich.

	Heizkessel Nr. 1	Heizkessel Nr. 2	Heizkessel Nr. 3	Heizkessel Nr. 4
Fabrikat	Fröling	Fröling	Viessmann	Standart
Typ	Heißwasser	Heißwasser	ND-Dampf	Heißwasser
Leistung	5,8 MW	5,8 MW	0,875 MW	3,5 MW
Baujahr	1973	1973	1998	1984
Brenner	Weishaupt	Saacke	Weishaupt	Saacke
Typ	WKG 50/2 A/2M	SEG 60	G7/1-D-ZMD-NA	SG 30-LK 2
Baujahr	1997	1973	1998	1984

Tabelle 1

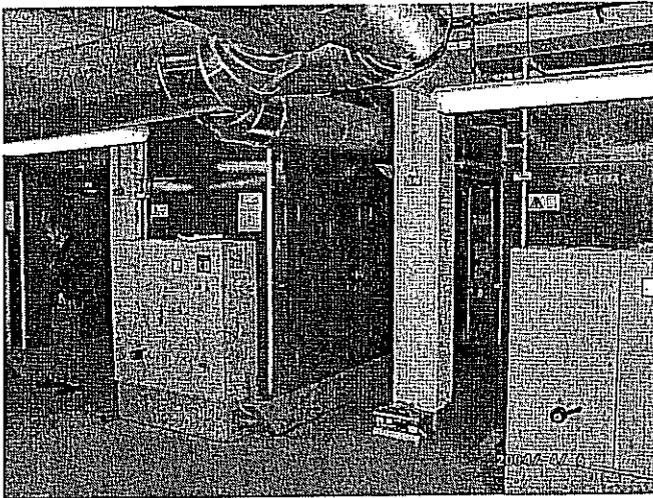
#### **Betriebsweise der Heizanlage**

Im Sommer wird der Heizenergiebedarf durch den Kessel Nr. 4 abgedeckt. In dieser Zeit wird die Anlage mit den Systemtemperaturen (Vor-/Rücklauf) 80°/60°C betrieben. Im Winter wird der Heizenergiebedarf weitestgehend durch den Kessel Nr. 1 abgedeckt. In der Heizperiode wird die Kesselanlage in Abhängigkeit der Außentemperatur (Vor-/Rücklauf) 80° - 110°/60°C gleitend betrieben. Der Heizkessel Nr. 3 versorgt das Küchengebäude mit Niederdruckdampf und der Heizkessel Nr. 2 dient der Reserve.

Über eine zentrale Abgaswärmerückgewinnungsanlage werden die Abgasströme der Kesselanlagen (1 + 4) zusätzlich ausgekühlt. Hierzu sind die Kesselanlagen über Abgasklappen gegenseitig verriegelt. Darüber hinaus wird über drei stromgeführte Blockheizkraftwerke eine maximale Abwärmeleistung von rd. 1,0 MW über einen Pufferspeicher (12 m<sup>3</sup> Puffervolumen) zur Verfügung gestellt.

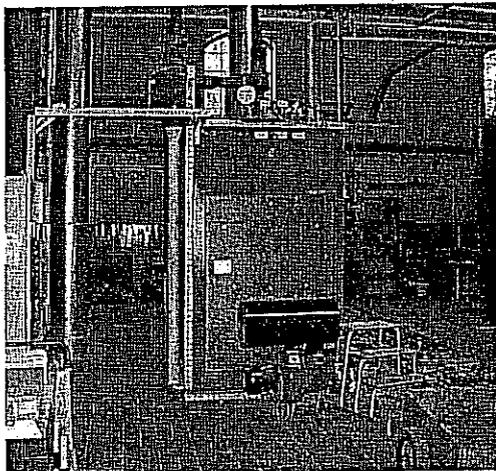
Der durchschnittliche Jahreserdgasverbrauch für die Jahre 1999 – 2006 beträgt rd. 27.500 MWh/Jahr. Daraus ergibt sich unter Berücksichtigung des Anlagennutzungsgrades und einer Witterungskorrektur einen durchschnittlichen Jahresheizenergiebedarf von rd. 20.000 MWh/Jahr. Abzüglich der BHKW-Anlagen und der ND-Dampfanlagen in Höhe von rd. 5.000 MWh/Jahr verbleibt ein Jahresheizenergiebedarf von rd. 15.000 MWh/Jahr.

Zusätzlich befinden sich drei Blockheizkraftwerkanlagen (BHKW-Anlagen) innerhalb der technischen Zentrale. Die Verbrennungsmotoren der BHKW-Anlagen werden mit Erdgas befeuert und produzieren gleichzeitig Wärme und Strom. Der Gesamtwirkungsgrad der BHKW-Anlagen liegt bei rund 85 %.



BHKW-Anlagen 1 - 3

Die Wärmeversorgung der Kochkessel und die Bandspülmaschine innerhalb der Kochküche werden mit Niederdruckdampf realisiert. Zu diesem Zweck steht innerhalb des Kesselhauses ein Niederdruckdampfkessel zur Verfügung. Alle weiteren Geräte werden mit Strom versorgt.

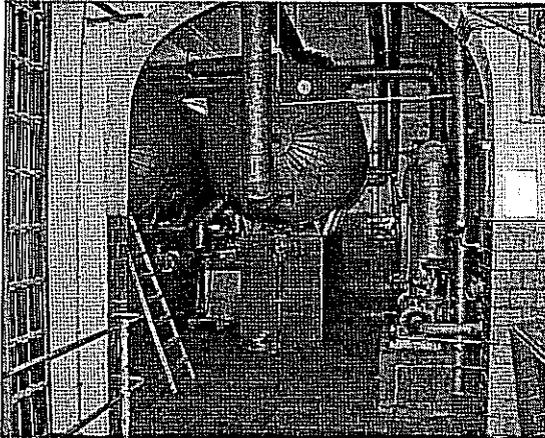


Niederdruckdampfkessel Kochküche

## 1.2 Trinkwasser

Die Trinkwasserversorgung wird durch die klinikeigenen Brunnenanlagen und das klinikeigene Trinkwassernetz sichergestellt. Zu Spitzenlastzeiten kann noch zusätzlich Stadtwasser in das Kliniknetz eingespeist werden. Über Fernleitungen wird ebenfalls Trinkwarmwasser zu den einzelnen Gebäuden transportiert.

Das Abwasser wird von der Stadt Warstein übernommen und gereinigt. Das Trinkwarmwasser wird zum Teil in der Technischen Zentrale sowie teilweise in den einzelnen Gebäuden erzeugt.



Zentrale Trinkwassererwärmung

## 1.3 Elektroversorgung

Die Liegenschaft wird aus dem 400 V Niederspannungsnetz mit Strom versorgt. Der Strom wird zum Teil innerhalb der Technischen Zentrale mit BHKW-Anlagen erzeugt. Der restliche Strom wird aus dem öffentlichen Stromnetz bereitgestellt.

Die Strommessung erfolgt niederspannungsseitig über einen 1-Tarif-Wechselstromzähler. Eine Maximumüberwachungsanlage ist nicht installiert. Die Ersatzstromversorgung übernimmt ein Notstromaggregat. Das Aggregat versorgt alle Gebäude über das Hauptnetz.



Notstromaggregat

Die Kesselanlagen innerhalb der Technischen Zentrale sind größtenteils bereits seit 36 Jahren in Betrieb. Aus den vorgenannten Gründen ist eine umfassende Sanierung dringend erforderlich.

## 2. Ausgangssituation

Die nachfolgenden Konzepte berücksichtigen aus ökologischen und hygienischen Gründen eine dezentrale Erzeugung von Trinkwarmwasser. Die dazu erforderlichen Aufwendungen sind in den Anlagenvarianten enthalten.

Die drei vorhandenen Blockheizkraftwerke (BHKW) wurden 2006 technisch überholt, so dass diese Anlagen noch eine Restlaufzeit von einem Jahr besitzen. Daher besteht die technische Notwendigkeit, die BHKWs in 2010 auszutauschen. Nach Abschluss der Umbauarbeiten an der Heizzentrale wird eine Wirtschaftlichkeitsberechnung auf der Grundlage der neuen Lastgänge eine optimale Auslegung der neuen BHKWs ermöglichen.

Künftig wird die Kesselanlage mit den Systemtemperaturen 80° - 90°/60° Außentemperaturabhängig betrieben. Durch die Beschränkung auf die maximale Vorlauftemperatur von 90°C wird erreicht, dass die Anlage nicht unter die Betriebssicherheitsverordnung fällt.

Erzeuger- und Abnehmerseite werden über eine Weiche hydraulisch voneinander entkoppelt. Erreicht werden hierdurch kontrollierte hydraulische Verhältnisse auf der Erzeuger- und Abnehmerseite, so dass die Anlagenbauteile, wie Kesselkreis- und Nahwärmenetzpumpen, Stellorgane etc. bedarfsgerecht dimensioniert werden können. Es wird eine zentrale kompressorgesteuerte Netzdruckhaltung und Heizungswasseraufbereitung berücksichtigt. Die einzelnen internen Regelbaugruppen werden zu einem Kesselmanagement auf die vorhandene Zentrale der Gebäudeleittechnik aufgeschaltet.

Aufgrund der räumlichen Gegebenheiten und Anordnung der vorhandenen Anlagenteile werden größere Betriebsunterbrechungen während der Umbauphase voraussichtlich nicht auftreten.

## 3. Energiekonzept/Wirtschaftlichkeitsberechnung

### 3.1 Erläuterungen zu den Umbaukonzepten (Variante A, B, C, D)

Durch den LWL-BLB wurden insgesamt 4 Varianten mit unterschiedlichen Energieträgern untersucht.

#### Genehmigungsaspekte

Holzfeuerungen von weniger als 1 MW (Feuerungswärmeleistung) und Gasfeuerungsanlagen von weniger als 20 MW (Feuerungswärmeleistung) müssen den Anforderungen der Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen (1.BImSchV) entsprechen. Werden allerdings Holz- und Gasfeuerungsanlagen zusammen in einem engen räumlichen und betrieblichen Zusammenhang mit dem gleichen Zweck betrieben, gelten sie als genehmigungspflichtig im Sinne einer Anlage. Das bedeutet, dass die für sich im einzelnen nicht genehmigungspflichtigen Anlagen, wenn sie als gemeinsame Anlage betrieben werden, eine Genehmigung nach BImSchG benötigen, sofern die addierte Gesamtfeuerungsleistung beider Anlagen über dem Wert der nicht genehmigungsbedürftigen Holzfeuerung mit < 1,0 MW (Feuerungswärmeleistung) liegt.

Für Warstein bedeutet dies, dass die vergleichsweise niedrige Hürde von 1 MW (Feuerungswärmeleistung) nach der Addition der Holzfeuerung und Erdgasheizung das entscheidende Genehmigungskriterium ist. Dieser Sachverhalt löst eine Genehmigung nach Bundesimmissionsschutzgesetz (4.BImSchV) aus.

### 3.2 Brennstoffversorgung/Heizungsbetrieb

Die Technische Heizzentrale verfügt über einen ausreichend bemessenen Erdgasanschluss. Zum bivalenten Brennerbetrieb wird ein doppelwandiger Heizöltank (50.000 Liter) erforderlich. Ein möglicher Standort für diesen Heizöltank liegt im Bereich der Gleisanlage. Die Heizölbeflieferung könnte über den Containeraufstellplatz sichergestellt werden. Nachteilig wäre die aufwendige Beheizung der Ölleitungen im Frostfall.

Der Öltank müsste durchschnittlich einmal pro Jahr befüllt werden. Mit der bivalenten Kesselbetriebsweise kann der durchschnittliche Erdgasbezugspreis um voraussichtlich 10 % gesenkt werden.

Für die Holzhackschnitzanlage werden naturbelassene Hölzer aus nachhaltiger Forstwirtschaft eingesetzt. Der Brennstoffbedarf ist in der walddreichen Region um Warstein angesichts der vorhandenen Holzwirtschaft unproblematisch zu beschaffen. Bei einer durchschnittlichen Wärmeerzeugung der Holzfeuerung von ca. 5.613.000,00 kWh/Jahr werden somit jährlich ca. 6.600.000,00 kWh/Jahr Holzbrennstoff oder 2.000 t/Jahr (bei 3,3 kWh/kg) Holzhackschnitzel benötigt.

Die durchschnittlichen Kosten der Brennstoffversorgung liegen derzeit bei ca. 78 €/t (Stand: Oktober 2008) frei Heizwerk für Waldhackschnitzel (ca. 35 % Feuchte, 3,3 kWh/kg). Um die Risiken des Feuchtegehaltes bzw. der Brennstoffqualität zu begrenzen besteht die Möglichkeit, die Versorgung der Anlage nach gelieferter Wärmemenge abzurechnen. Dazu muss ein Wärmemengenzähler, wie am Standort LWL-Kinder- und Jugendklinik Marsberg, hinter der Hackschnitzelheizung installiert werden und der Brennstofflieferant bekommt nur die tatsächlich zu Wärme umgewandelte Energiemenge vergütet.

Die Anlieferfahrzeuge fahren über die Zufahrt von der Franz-Hegemann-Straße zum zentralen Heizwerk und entladen die Hackschnitzel direkt in das neu zu errichtende unterirdische Silo.

Der Brennstoff wird bedarfsgerecht vom Brennstoffsilo in die Festbrennstofffeuerung gefördert. Hier erfolgt die kontrollierte Verbrennung der Hackschnitzel zur Heizwärmeerzeugung. In Fällen, in denen der Festbrennstoffkessel nicht ausreichend Wärmeleistung erzeugt, springt automatisch die Spitzenlastversorgung (Erdgas E) an, um die Hackschnitzelanlage zu unterstützen. Gleiches gilt für den Fall einer Betriebsstörung der Hackschnitzelanlage.

Die Abgase werden über einen Multizyklon gereinigt, um die vorgeschriebenen Grenzwerte nicht zu überschreiten. Sie werden zusätzlich über einen nachgeschalteten Elektrofilter gereinigt, um die geforderten Staubgrenzwerte der TA-Luft einzuhalten.

Von dort gelangen die gereinigten Abgase über den Fuchs in die Kaminanlage. Die in der Abgasanlage anfallende Asche wird über eine automatische Entschungseinrichtung einem 5 m<sup>3</sup> Absetzcontainer zugeführt, der intervallmäßig geleert wird. Die Asche wird einer abfallrechtlich konformen Entsorgung zugeführt.

### 3.3 Untersuchte Versorgungsvarianten

Wärmeerzeuger	Wärmeleistung	Investitionskosten
<b>Variante A</b>		
Heizkessel (Erdgas/Heizöl)	2 x 3,20 MW	3.010.000,00 €
Holzhackschnitzelkessel	1,2 MW	
Blockheizkraftwerk (Bestand)	3 x 0,3 MW	
<b>Variante B</b>		
Heizkessel (Erdgas/Heizöl)	2 x 3,55 MW	2.583.000,00 €
Blockheizkraftwerk (Bestand)	3 x 0,3 MW	
<b>Variante C</b>		
Heizkessel (Erdgas)	2 x 3,55 MW	2.383.000,00 €
Blockheizkraftwerk (Bestand)	3 x 0,3 MW	
<b>Variante D</b>		
Heizkessel (Erdgas)	2 x 3,20 MW	2.800.000,00 €
Holzhackschnitzelkessel	1,2 MW	
Blockheizkraftwerk (Bestand)	3 x 0,3 MW	

Tabelle 2

Die Investitionskosten der Versorgungsvarianten sind geschätzt, dabei sind auch die erforderlichen Anlagen, wie Sicherheitsbaugruppen, Regelung, Pumpen und Armaturen usw. technisch und kostenmäßig erfasst.

**Siehe Anlage – Zusammenstellung Gesamtkosten**

### **3.4 Trinkwarmwassererwärmung**

Im Zuge der Technischen Zentrale wird die zentrale Trinkwassererwärmungsanlage demontiert.

In den einzelnen Gebäuden werden jeweils neue Trinkwassererwärmungsanlagen (27 Stück) installiert.

Durch die Umstellung von einer zentralen auf eine dezentralen Trinkwassererwärmung verbessert sich erheblich die Hygiene des Trinkwarmwassers. Zusätzlich reduzieren sich die Fernleitungsverluste.

## **4. Zusammenfassung der Ergebnisse**

### **4.1 Wirtschaftliche Betrachtung**

Die Kostenübersicht der vier Sanierungsvarianten zeigt, dass unter Einbeziehung der Kapital-, Verbrauchs- und betriebsgebundenen Kosten, die Variante D (Erdgas-Holzfeuerwerk), trotz eines erhöhten Investitionsbedarfs, sich als das wirtschaftlichste Konzept darstellt. Hier werden Investitionskosten von 2.800.000,00 € erforderlich. Diese Variante hat die niedrigsten Betriebskosten.

### **4.2 Ökologische Bewertung**

Die ökologischen Auswirkungen der Varianten stellen im Vergleich zum Ist-Zustand eine deutliche Verbesserung dar. Auch hier ist die Variante D das technische Konzept mit der größten CO<sub>2</sub>-Einsparung.

Es wird vorgeschlagen, die Sanierung der Technischen Zentrale LWL-Klinik Warstein auf der Basis der Variante D (Erdgas + Holzfeuerung) auszuführen.

## **5. Finanzierung und Folgekosten**

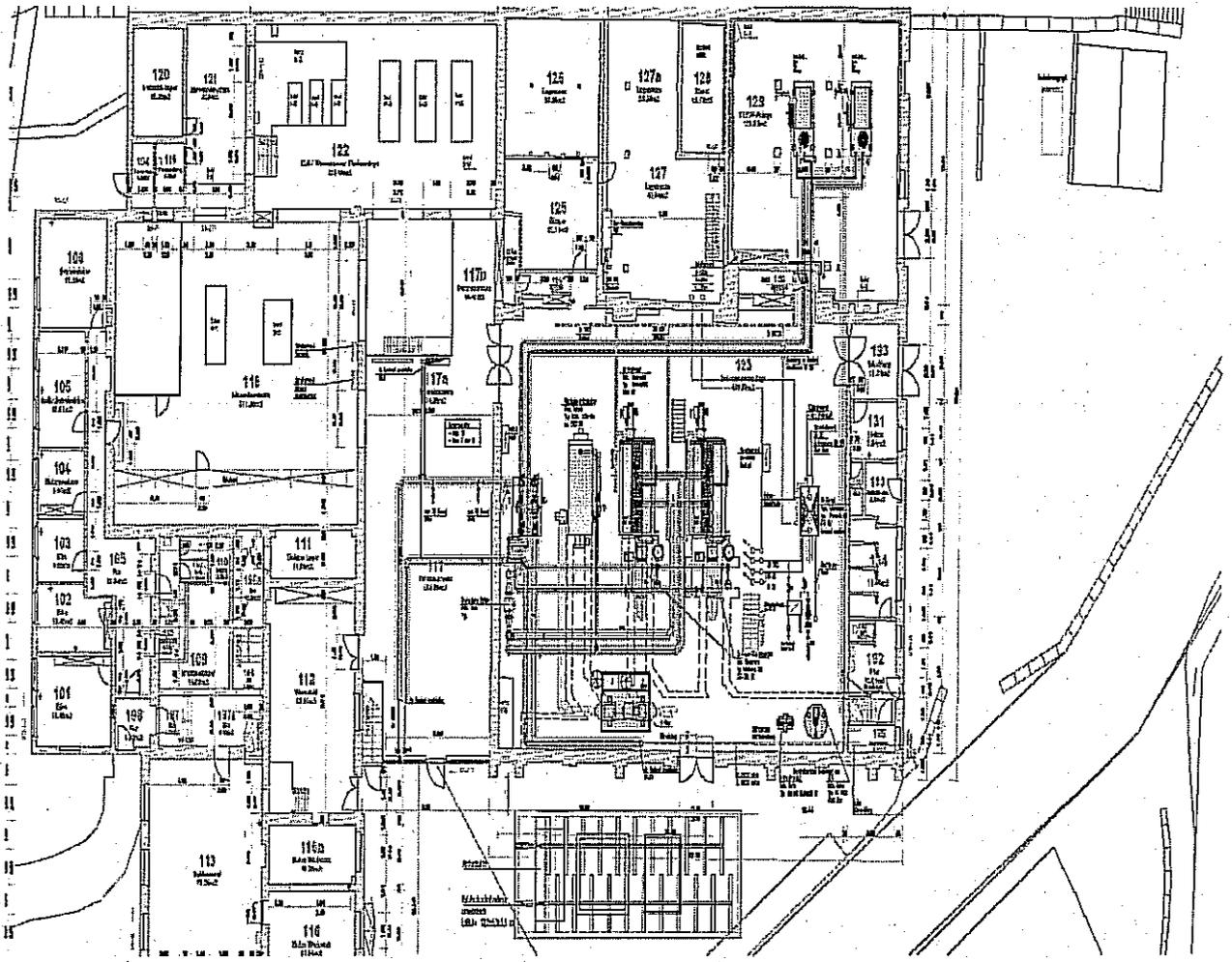
Die Mittel für die Sanierung der Technischen Zentrale und die Sanierung der Trinkwassererwärmungsanlage in der LWL-Klinik Warstein sind wie folgt bereitzustellen:

2009: 1.400.000 €

2010: 1.400.000 €

Unter Bezugnahme auf Ziffer 6.4 der Rahmenvorlage 12/1606 erfolgt die Mittelbereitstellung im Wirtschaftsplan 2009 der LWL-Klinik überplanmäßig. Die Folgerate ist im Wirtschaftsplanentwurf 2010 der LWL-Klinik zu veranschlagen.

Die Maßnahme wird zu 100% aus den Finanzhilfen des Konjunkturpaketes II finanziert und auf der Basis der Rahmenbeschlusses zur Umsetzung des Konjunkturpaketes II beim LWL (Vorlage 12/1606) nach Maßgabe dieser Vorlage durchgeführt. Da die Maßnahme investiven Charakter hat, wird der durch die zukünftige Abschreibung entstehende Aufwand im Wirtschaftsplan der LWL-Klinik durch gleich hohe Erträge aus der Auflösung des zu bildenden Sonderposten neutralisiert. Folgekosten entstehen dem LWL-Haushalt durch diese Maßnahme nicht.



## Zusammenstellung - Gesamtkosten

### Ist - Situation

	17,06	17,06	17,06	17,06	17,06	MW
Installierte Heizkesselleistung	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	MW
Spitzenleistungsbedarf	27.448,77	27.448,77	27.448,77	27.448,77	27.448,77	MWh/Jahr
Jahresprimärenergieverbrauch, Ho	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	MWh/Jahr
Ho/Hu-Verhältnis	24.703,92	24.703,92	24.703,92	24.703,92	24.703,92	t/Jahr
Primärenergieverbrauch, Hu	5.371,33	5.371,33	5.371,33	5.371,33	5.371,33	%
Jahresanlagennutzungsgrad	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	MWh/Jahr
abzüglich BHKW und NDD - Anlagen	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00	MWh/Jahr
Heizenergiebedarf	15.751,29	15.751,29	15.751,29	15.751,29	15.751,29	MWh/Jahr

### ANLAGENVARIANTE

	A	B	C	D	
<b>Umbaukonzepte</b>					
Brennwertkessel (Erdgas, Heizöl)	6,20 (2 x 3,1)	7,10 (2 x 3,55)			MW
Holzhackschneizelkessel	1,20			1,20	MW
Blockheizkraftwerke (BESTAND)	0,90 (3 x 0,3)	0,90 (3 x 0,3)	0,90 (3 x 0,3)	0,90 (3 x 0,3)	MW
Brennwertkessel (Erdgas)			7,10 (2 x 3,55)	6,20 (2 x 3,1)	MW
(ND - Dampfkessel)	(0,88)	(0,88)	(0,88)	(0,88)	MW
Gesamtwarmwasserkelleistung	8,30	8,00		8,30	MW

### Kostenbilanz

Gesamtinvestitionskosten, brutto	3.010.000,00	2.583.000,00	2.383.000,00	2.800.000,00	Euro
Kapitalgebundene Kosten, 5 % Zinsen/20 Jahre	241.500,00	207.250,00	191.200,00	224.650,00	Euro/Jahr
Verbrauchsgebundene Kosten	979.800,00	1.124.900,00	1.210.600,00	962.200,00	Euro/Jahr
Betriebsgebundene Kosten	59.000,00	36.000,00	30.900,00	54.100,00	Euro/Jahr
Gesamtjahreskosten	1.280.300,00	1.368.150,00	1.432.700,00	1.240.950,00	Euro/Jahr
Wärmeverbrauch Netto	20.800,00	20.800,00	20.800,00	20.800,00	MWh/Jahr
spez. Wärmegestehungskosten	61,50	65,70	68,80	59,60	Euro/MWh

### Kostenauswertung

Vergleich, Gesamtkosten	103,2 %	110,3 %	115,5 %	100,0 %	
Vergleich, Investitionskosten	126,3 %	108,4 %	100,0 %	117,5 %	
Vergleich, CO2-Emission	102,1 %	136,4 %	133,6 %	100,0 %	

### CO2 - Bilanz

CO2 - Emissionen	8.752,50	6.012,08	4.907,30	8.674,05	t/Jahr
CO2 - Einsparung	1.618,83	359,25	464,03	1.697,28	t/Jahr

\*) Forderung bereits abgezogen (z. Zt. 24.000,00 Euro)